

Helsinki 22.11.2004

E T U O I K E U S T O D I S T U S  
P R I O R I T Y D O C U M E N T



Hakija  
Applicant

1. Laamanen, Heikki Tapani, Espoo  
2. Gowda, Umesh Chandra, Espoo

Patentihakemus nro  
Patent application no

20031505

Tekemispäivä  
Filing date

15.10.2003

Kansainvälinen luokka  
International class

H04M

Keksinnön nimitys  
Title of invention

"Menetelmä tilaajayhteyden järjestämiseksi ja menetelmää soveltava  
järjestelmä"

Täten todistetaan, että cheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä  
Patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä,  
patenttivaatimuksista ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the  
description, claims and drawings originally filed with the Finnish Patent  
Office.

*Markkula Tehikoski*

Markkula Tehikoski  
Apulaistarkastaja

Maksu 50 €  
Fee 50 EUR

Maksu perustuu kauppa- ja teollisuusministeriön antamaan asetukseen 1027/2001  
Patentti- ja rekisterihallituksen maksullisista suoritteista muutoksineen.

The fee is based on the Decree with amendments of the Ministry of Trade and Industry No.  
1027/2001 concerning the chargeable services of the National Board of Patents and  
Registration of Finland.

Osoite: Arkadiankatu 6 A Puhelin: 09 6939 500 Telefax: 09 6939 5328  
P.O.Box 1160 Telephone: + 358 9 6939 500 Telefax: + 358 9 6939 5328  
FIN-00101 Helsinki, FINLAND

## Menetelmä tilaajayhteyden järjestämiseksi ja menetelmää soveltava järjestelmä

Keksinnön kohteena on patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä sekä vaatimuksen 3 mukainen järjestelmä.

5

Keksintö koskee siis FTTC-tyyppisen (engl. Fiber To The Curb, Fiber To The Cabinet), valokuidun ja metallisen parikaapelin yhdistelmästä koostuvan digitaalisen tilaajayhteyden toteutusta, tällaisen tilaajayhteyden olennaisena osana olevaa muunnoslaitteistoa, joka on valokuidun ja metallisen parikaapelin rajapinnassa ja tämän muunnoslaitteiston tehonsyötön järjestämistä.

10

### ***Keksinnön tausta***

Tavanomaisessa metalliseen parikaapeliin perustuvassa tilaajayhteysverkossa kuka 15 tilaaja on kytketty paikalliseen puhelinkeskukseen tai keskitinlaitteistoon omalla metallisella parikaapelillaan. Tyypillisesti parikaapelin pituus on enimmillään useita kilometrejä. Mikäli parikaapelia käytetään digitaaliseen informaation siirtoon DSL-modeemiteknikalla (engl. DSL = Digital Subscriber Line), kaapelin siirto-ominaisuudet rajoittavat suurimman mahdollisen siirtonopeuden muutaman sadan 20 kilobitin/s ja muutaman megabitin/s välille riippuen suuresti kaapelin pituudesta.

Jatkossa käytetään termiä "keskuspää", kun tarkoitetaan puhelinkeskus- tai keskitinlaitetiloja.

25 DSL-modeemilla tarkoitetaan jatkossa laajassa mielessä transmissiolaitetta, joka muuntaa digitaalisen informaatiovirran sellaiseksi analogiseksi signaaliksi, että signaali siirtyy käytettävässä olevaa taajuuskaistaa käyttäen metallisen parikaapelin yli ja että signaali on vastaanottopäässä ilmaistavissa ja muunnettavissa luotettavasti takaisin alkuperäiseksi digitaaliseksi informaatiovirraksi. Metallinen parikaapeli on 30 siirtotienä hyvin vaativa aiheuttaen signaaliin mm. voimakasta lineaarista amplitudi- ja vaihevääristymää. Näiden väärästymien korjaaminen toteutetaan tyypillisesti käyttäen digitaalisen signaalinkäsittelyn tuomia mahdollisuuksia, mm. adaptiivista signaalin korjausta. Voidaan käyttää useita eri modulaatiomenetelmiä, esimerkiksi

DMT-modulaatiota (engl. Discrete MultiTone) tai QAM-menetelmää (engl. Quadrature Amplitude Modulation). Käytetyllä modulaatiomenetelmällä ja esimerkiksi signaalinkäsittelyn yksityiskohtaisilla toteutustavoilla ei ole merkitystä keksinnön mukaisen menetelmän ja järjestelmän toimivuuden kannalta.

5

Käytettäessä tavanomaista tilaajaverkkoa digitaalisen informaation siirtoon muunnos metallisen kaapelin ja digitaalisen runkoverkon rajapinnassa tehdään tyypillisesti DSLAM-laitteistossa (engl. Digital Subscriber Line Access Multiplexer). DSLAM sisältää useita DSL-modeemeja, jotka muuntavat digitaalisen signaalin 10 parikaapeliin sopivan muotoon ja lähettävät muunnetun signaalin tilaajan suuntaan, sekä vastaanottavat tilaajalta tulleen signaalin ja muuntavat tämän digitaaliseen muotoon. Lisäksi DSLAM multipleksoi usean tilaajan liikenteen runkoverkon suuntaan.

15 FTTC-tyyppisessä digitaalisessa tilaajayhteydessä usean tilaajan liikenne siirretään valokuitua pitkin multipleksoituna läheemmäs tilaajia siten, että parikaapelin pituus saadaan huomattavasti lyhyemmäksi verrattuna tavanomaiseen tilaajaverkkoon. Tällöin digitaalisen informaation siirtonopeutta voidaan kasvattaa huomattavasti, koska metallisen parikaapelin hyödynnettävissä oleva kaistaleveys on sitä suurempi, 20 mitä lyhyempi kaapeli on. Ongelmaksi FTTC-verkossa nousee se, että nyt DSLAM on tuotava läheemmäs tilaajia, kun se tavanomaisessa verkossa sijaitsee keskuspäässä, jossa tehonsyöttö on helposti järjestettävissä ja elektroniikan kannalta oleelliset ympäristötekijät (lämpötila-alue ja kosteus) ovat säädeltävissä. FTTC-topologiassa ns. kaukopään DSLAM eli RDSLAM (engl. Remote DSLAM) on sijoitettava 25 esimerkiksi kadun kulmassa olevaan kaappiin, johon on vaikeaa syöttää sähkötehoa, ja joka kohtaa suuria lämpötilan ja ilmankosteuden vaihteluita. Merkittävä osa RDSLAM-laitteiston elektroniikasta liittyy DSL-modeemien digitaaliin transceivereihin sekä datavirran multiplekointiin runkoverkon suuntaan. Myös merkittävä osa tehonkulutuksesta kuluu tämän elektroniikan syöttämiseen. **Kuva 1** 30 esittää tunnetun tekniikan mukaista FTTC-verkkotopologiaa. Valokuitu 2 yhdistää RDSLAM-laitteiston 3 keskuspään laitteistoon 1. Keskuspäässä valokuitu kytketään runkoverkon kytkentälaitteeseen, esimerkiksi ATM-kytkimeen tai IP-reitittimeen käytetystä siirtoprotokollasta riippuen.

Viitteen [1] mukaisessa menetelmässä on onnistuttu ratkomaan osa edellä kuvatuista ongelmista. Viitteen menetelmässä järjestelmä kytketään keskuspäässä DSLAM:in sisältämiin DSL-modeemien analogialiittöihin. Modeemien analogiasignaalit muunnetaan keskuspään laitteistolla digitaaliseen näytejonomuotoon ja siirretään

5       valokuitulinkin yli toiseen päähän, jossa digitaalinen signaali muunnetaan takaisin analogiamuotoon ja kytketään parikaapeliin. Vastakkaisessa siirtosuunnassa tilaajalta keskuspähän pään tehdään aivan samoin, joten järjestelmä on täysin symmetrinen ja valokuidun molemmissa päissä tarvitaan samanlaiset laitteistot. Keskuspään DSL-modeemien liityntä järjestelmään on siis analogisen signaalin kytkentäään perustuva

10     molemmissa siirtosuunnissa. Toisessa viitteen [1] mukaisessa menetelmässä modeemien signaalit multipleksoidaan analogiasignaaleina esimerkiksi käyttämällä analogisia modulaattoreita ja demodulaattoreita.

Viitteessä [2] esitetään menetelmä, jossa valokuidun tilaajan puoleisessa päässä

15     sijaitseva laitteisto saadaan mahdollisimman vähän aktiivista elektroniikkaa sisältäväksi käsittääen vain DSL-modeemin analogiaosat sekä multiplekointielementin, joka sovitaa analogiaosiin kuuluvat analogia-digitaali- ja digitaali-analogiamuuntimet valokuituun.

20     Edellä mainittujen viitteiden [1, 2] mukaisissa menetelmissä RDSLAM-laitteiston sisältämä elektronikka on huomattavasti yksinkertaisempi kuin tavanomaisessa DSLAM-laitteistossa. Näiden menetelmien mukaisissa järjestelmissä samoin kuin tavanomaisessa FTTC-topologian järjestelmässä on kuitenkin edelleen se ongelma, että laitteiston elektroniikan käyttöteho on tuotava laitteistoon joko keskuspään

25     laitetiloista kaukosyöttöjohdolla tai käyttöteho on muodostettava asentamalla yleiseen sähköverkkoon kytetty syöttökaapeli yleisen sähköjakeluverkon ja RDSLAM-laitteiston välille. Tämä nostaa huomattavasti järjestelmän asennus- ja ylläpitokustannuksia. Tämä johtuu muun muassa siitä, että sähkönsyötön vaatimien kaapeleiden vetäminen kadun alle asennettuihin, alun perin valokuidun vetämiseen

30     tarkoitettuihin putkituksiin ei ole aina teknisesti mahdollista.

Tämän keksinnön tarkoituksesta on poistaa tunnetun tekniikan ongelmat ja aikaansaada aivan uudentyyppinen menetelmä FTTC-tyyppisen tilaajaverkon ja RDLSAM:in käytötehon syötön järjestämiseksi.

##### 5 *Keksinnön lyhyt yhteenvetö*

Keksintö koskee menetelmää, jolla valokuidun tilaajan puoleisessa päässä sijaitsevan laitteiston kunkin tilaajan parikaapeliin liittyvä muunnoslaite saadaan toimimaan itsenäisesti muiden tilaajien muunnoslaitteista riippumatta, jolloin kunkin 10 muunnoslaitteen vaatima käyttöteho voidaan syöttää kutakin parikaapelia pitkin käyttäjän puoleisesta päästä.

Täsmällisemmin sanottuna keksinnön mukaiselle menetelmälle on tunnusomaista se, mitä on esitetty patenttivaatimuksen 1 tunnusmerkkiosassa.

15 Keksinnön mukaiselle järjestelmälle on puolestaan tunnusomaista se, mitä on esitetty patenttivaatimuksen 3 tunnusmerkkiosassa.

Keksinnön eräässä edullisessa toteutustavassa RDLSAM-laitteisto sisältää DSL-modeemien olennaisen elektroniikan käsittäen digitaalisen lähettimen ja vastaanottimen sekä analogiaosat. Kuhunkin tilaajayhteyteen liittyvä digitaalinen datavirta siirretään kummassakin siirtosuunnassa valokuidun yli optisesti multipleksoituna.

25 Keksinnön eräässä toisessa edullisessa toteutustavassa RDLSAM-laitteisto sisältää vain modeemien analogiaosat ja modeemien digitaaliset transceiverit on siirretty keskuspäähän. Kuhunkin tilaajayhteyteen liittyvien digitaalisen transceiverin ja analogiaosien välillä kulkevat, digitaalisessa muodossa olevat näytejonosignaalit siirretään valokuidun yli optisesti multipleksoituna.

30 Keksinnön kolmannessa edullisessa toteutustavassa RDLSAM-laitteisto sisältää pelkästään modeemien analogiaosat pois lukien AD- ja DA-muuntimet. Valokuitu siirtää keskuspäässä sijaitsevien AD- ja DA-muuntimien ja RDLSAM-laitteistossa

sijaitsevien analogiaosien väliset tilaajakohtaiset analogiasignaalit optisesti multipleksoituna.

Keksinnön avulla saavutetaan huomattavia etuja.

5

FTTC-topologiassa hankaliin olosuhteisiin asennettavan, valokuidun tilaajien puoleisessa päässä sijaitsevan RDSLAM-laitteiston elektroniikan käyttöteho voidaan syöttää kunkin kaapeliparin kautta kaapelin tilaajan puoleisesta päästä, jolloin puhelinkeskustiloista käsin tapahtuvaan tai yleisen sähköverkon kautta järjestettyyn 10 kaukosyöttöön liittyvät ongelmat poistuvat.

Keksintöä ryhdytään seuraavassa tarkastelemaan lähemmin oheisten kuvioiden ja suoritusesimerkkien avulla.

15 ***Kuvioluettelo***

Kuvio 1 esittää tunnetun tekniikan mukaista FTTC-tyypisen tilaajaverkon rakennetta ja valokuidun tilaajanpuoleisessa päässä sijaitsevaa RDSLAM-laitteistoa.

20 Kuvio 2 esittää keksinnön mukaista periaatetta, jossa kunkin tilaajayhteyden parikaapelin yli kulkeva sähköinen signaali muunnetaan joko digitaalisessa tai analogisessa muodossa optiseen muotoon muunnoselementissä ja siirretään valokuidun yli käytäen optisten signaalien multipleksointia, ja jossa RDSLAM:in tilaajakohtaisen elektroniikan käyttöteho syötetään kunkin tilaajan modeemista käsin 25 tilaajan parikaapelia pitkin.

Kuvio 3 esittää keksinnön mukaista periaatetta, jossa RDSLAM:issa sijaitseva tilaajakohtainen elektroniikka sisältää DSL-modeemin digitaalisen transceiverin ja analogiaosat.

30

Kuvio 4 esittää keksinnön mukaista periaatetta, jossa RDSLAM:issa sijaitseva tilaajakohtainen elektroniikka sisältää vain DSL-modeemin analogiaosat mukaan lukien AD- ja DA-muuntimet.

Kuvio 5 esittää keksinnön mukaista periaatetta, jossa RDSLAM:issa sijaitseva tilaajakohtainen elektronikka sisältää vain DSL-modeemin analogiaosat pois lukien AD- ja DA-muuntimet.

5 Kuvio 6 esittää kuvio 3:n esittämän RDSLAM-laitteiston kanssa yhteen sopivaa keskuspään laitteistoa.

Kuvio 7 esittää kuvio 4:n esittämän RDSLAM-laitteiston kanssa yhteen sopivaa keskuspään laitteistoa.

10

Kuvio 8 esittää kuvio 5:n esittämän RDSLAM-laitteiston kanssa yhteen sopivaa keskuspään laitteistoa.

15 ***Keksinnön yksityiskohtainen kuvaus***

Tässä asiakirjassa on käytetty seuraavia lyhenteitä:

AD-muunnin, ADC      analogia-digitaalimuunnin

20

AGC                    automaattinen tasonsäätö, engl. Automatic Gain Control

ATM                    Asynchronous Transfer Mode

25 DA-muunnin, DAC      digitaali-analogiamuunnin

DMT-modulointi      monikantaoaltomodulointi, engl. Discrete MultiTone modulation

30 DSL                digitaalinen tilaajayhteys, engl. Digital Subscriber Line

	DSLAM	digitaalisten tilaajayhteyksien keskuspään multipleksointilaite, engl. Digital Subscriber Line Access Multiplexer
5	FTTC	valokuidusta ja parikaapelia koostuva tilaajaverkko, engl. Fiber To The Curb, Fiber To The Cabinet
10	QAM	vaihe-amplitudimodulaatio, engl. Quadrature Amplitude Modulation
15	IP	internetprotokolla, engl. Internet Protocol
20	RDSLAM	FTTC-verkon kaukopään DSLAM, engl. Remote DSLAM
25	<i>Keksinnön perusajatus</i>	
30	<p>Keksinnön mukaisen menetelmän perusajatuksena on se, että eri parikaapelien kautta siirtyvä lähetys- ja vastaanottosuunnan bittivirrat multipleksoidaan RDSLAM:issa optiselle kuidulle käyttäen optisen valosignaalin multipleksointiin perustuvaa multipleksointimenetelmää. Tällöin multipleksointi ei vaadi RDSLAM:issa eri tilaajille yhteistä multipleksointielektroniikkaa, vaan kunkin tilaajan optisen ja sähköisen signaalin muunnoselektroniikka toimii itsenäisesti riippumatta muiden tilaajien muunnoselektronikan tilasta. Tämä mahdollistaa sen, että RDSLAM:issa sijaitseva kunkin tilaajan optisen ja sähköisen signaalin muunnoselektroniikan käyttöteho voidaan syöttää kunkin tilaajan kaapeliparia pitkin. Tunnetun tekniikan mukaisessa RDSLAM:issa kaikille DSL-modeemeille yhteinen multipleksointilaitteisto vaatii niin paljon käyttöehoa, ettei sitä ole mahdollista syöttää yhden tilaajan kaapeliparia pitkin. On välttämätöntä, että laitteisto toimii, vaikka vain yksi tilaaja olisi kerrallaan käytävätilaajayhteyttään.</p>	

**Kuva 2** esittää keksinnön mukaisen menetelmän oennaisia yksityiskohtia. Valokuitu 2 yhdistää keskuspäässä olevan muunno- ja multipleksointilaitteen 100 ja

lähempänä tilaajaa sijaitsevan RDSLAM-laitteen **103**. Kunkin tilaajan DSL-modeemi **5** on yhdistetty metallisella parikaapelilla **4** RDSLAM:iin. Data siirtyy parikaapelissa **4** molemmissa siirtosuunnissa moduloituna tilaajakaapeliin sopivalla modulointimenetelmällä, esimerkiksi VDSL-standardiehdotuksissa mainitulla DMT-  
**5** tai QAM-menetelmällä. Muunnoselementti **105** muuntaa parikaapelilta vastaanotetun sähköisen signaalin optiseksi signaaliksi. Edelleen muunnoselementti **105** muuntaa valokuidun yli tulleen tilaajalle tarkoitettun signaalin sähköiseen muotoon, jossa muodossa signaali syötetään parikaapeliin. Keskuspään laitteeseen sisältyvä muunnoselementti **102** suorittaa vastaavan optisen ja sähköisen signaalin  
**10** muunnoksen keskuspäässä. Optisen ja sähköisen signaalin muunnoksen yhteydessä signaali muunnetaan digitaaliseen muotoon siten, että signaali siirtyy valokuidun yli digitaalisessa muodossa. Eräissä toteutustavoissa signaali siirretään myös valokuidun yli analogisessa muodossa. Keskuspään laitteeseen sisältyvä optinen multiplekseri/demultiplekseri **101** ja RDSLAM:iin sisältyvä vastaava optinen  
**15** multiplekseri/demultiplekseri **104** multipleksoivat eri tilaajien optiset signaalit valokuidulle siten, että kunkin tilaajan signaali voidaan demultipleksoida erilleen valokuidun toisessa päässä. Koska eri tilaajien signaalien multiplekointi tapahtuu optisia signaleja käsittelemällä, ei multiplekointiin liity RDSLAM:issa eri tilaajille yhteistä elektroniikkaa, vaan kunkin tilaajan elektroniikan toiminta on täysin  
**20** riippumaton muiden tilaajien vastaavan elektroniikan toiminnasta. Eri tilaajien elektroniikat ovat siis sähköisesti täysin riippumattomia toisistaan, jolloin kunkin tilaajan RDSLAM:issa sijaitsevan elektroniikan käyttöteho voidaan syöttää kyseisen tilaajan metallista parikaapelia pitkin tilaajan modeemista **5** käsin.  
 Yksityiskohdissaan järjestelmä voidaan konstruoida usealla erilaisella  
**25** toteutustavalla. Seuraavassa tarkastellaan eräitä erittäin edullisia toteutustapoja.

#### *Eräs edullinen toteutustapa*

Keksinnön mukaisessa menetelmässä **kuvan 3** esittämä, valokuidun  
**30** tilaajanpuoleisessa päässä tarvittava, esimerkiksi kadunkulmassa sijaitsevassa kaapissa oleva laitteisto sisältää DSL-modeemien **9** (TRCV) olennaisen elektroniikan käsittäen muun muassa digitaalisen lähettimen ja vastaanottimen **14** (DSP) sekä analogiaosat. Analogiaosien olennaiset osat ovat digitaali-analogamuunnin **12**

(DAC), lähetysuunnan analogiasuodatin **10**, linjavahvistin **11**, hybidi **13**, vastaanottosuunnan analogiasuodatin **18**, säädettävä tasonsäätövahvistin **17** (AGC) ja analogia-digitaalimuunniin **16** (ADC). Mainitut osat ja niiden toiminta ovat alan ammattilaisen hyvin tuntemia, eikä niitä tässä kuvalla yksityiskohtaisesti.

5

Keskuspään laitteiston osana oleva datan kytkinlaite **20** (**kuva 6**) multipleksoi eri tilaajille tarkoitut bittivirrat **8a** muunnoselementin **21** avustuksella (**kuva 6**) optiselle kuidulle **2**. Optisen kuidun kautta siirretty, keskuspäästä lähetetty optisessa muodossa oleva bittivirta jaetaan ensin optisen hybridin **6** avulla kunkin tilaajan muunnoselementille **7** (O/E), joka muuntaa optisen signaalin sähköiseen muotoon ja poimii erilleen kullekin tilaajalle tarkoitettun bittivirran **8**. Bittivirta **8** kytketään DSL-modeemin lähetinosaan, jossa signaali muunnetaan sellaiseen muotoon, että se siirtyy hyvin metallista kaapeliparia pitkin tilaajan modeemin **5** vastaanottimeen. Toisessa siirtosuunnassa tapahtuu seuraavasti. Tilaajan modeemilta **5** metallisen kaapeliparin kautta vastanotettu signaali käsitellään ja ilmaistaan DSL-modeemin **9** vastaanotinosissa. Tilaajan lähetämä ilmaistu bittivirta **19** muutetaan muunnoselementissä **7** optiseen muotoon käyttäen samalla sellaista multipleksointimenetelmää, että eri tilaajilta peräisin olevat bittivirrat ovat poimittavissa erilleen keskuspään vastaavassa muunnoselementissä **21** (**kuva 6**). Eri tilaajilta vastaanotetut bittivirrat **19a** kytketään keskuspäässä datan kytkinlaitteeseen **20** (**kuva 6**), joka käsittelee datavirtoja laitteen käyttämän protokollan, esimerkiksi Ethernet-protokollan mukaisella tavalla.

Koska signaalien multipleksaus tapahtuu **kuvan 3** mukaisessa menetelmässä optisia signaaleja multipleksoimalla ja demultipleksoimalla, ovat eri tilaajien modeemit ja muunnoslaitteet RDSLAM:ssa sähköisesti keskenään täysin riippumattomia. Näin ollen kunkin tilaajan modeemin ja muunnoslaitteen tehonsyöttö voidaan järjestää kunkin tilaajan parikaapelin tilaajan puoleisesta päästä. Tämä tapahtuu syöttämällä tilaajan modeemin **5** sisältämästä virransyöttöelementistä tasavirtaa kaapeliin ja 25 kytkemällä kaapelin kautta siirrynyt virta hybridin **13** kautta tehonmuunnoselementtiin **15**, joka muodostaa laitteen tarvitseman käyttötehon. Tehon kaukosyöttö tilaajakaapelia pitkin on tunnettua tekniikkaa esimerkiksi PCM-

toistimissa jo pitkään käytettyä, eikä kaukosyöttötekniikan toteutuksen yksityiskohdilla ole merkitystä uuden menetelmän toimivuuden kannalta.

*Toinen edullinen toteutustapa*

5

**Kuva 4** esittää keksinnön mukaisen menetelmän toista edullista toteutustapaa. Tämä toteutustapa muistuttaa pitkälti edellä kuvattua **kuvan 3** esittämää toteutustapaa sillä erotuksella, että nyt RDSLAM-laitteisto sisältää vain modeemien analogiaosat **26** ja modeemien digitaaliset transceiverit **9** (**kuva 7**) on siirretty keskuspäähän. Valokuitu **10** **2** siirtää digitaalisessa muodossa olevan transceiverin lähetinosan ja DA-muuntimen välisen näytejonosignaalin **23** ja AD-muuntimen ja transceiverin vastaanotinosan välisen näytejonosignaalin **24** keskuspään ja RDSLAM:in välillä. Valokuidun yli siirtynyt signaali haaroitetaan optisessa hybridissä **6** kullekin tilaajalle ja muunnoselementti **7** demultipleksoi signaalista kunkin tilaajan DA-muuntimelle **15** osoitetun näytejonosignaalin **23** erilleen ja muuntaa sen optisesta muodosta sähköiseen muotoon. Muunnoselementti **7** edelleen muuntaa eri tilaajien AD-muuntimien tuottamat näytejonosignaalit **24** optiseen muotoon ja multipleksoi ne valokuidulle optisen hybridin **6** kautta.

**20** **Kuva 7** esittää **kuvan 4** esittämän RDSLAM:in vastinparia keskuspäässä. Optinen hybrid **22** ja muunnoselementti **21** suorittavat vastaavia tehtäviä kuin RDSLAM:in optinen hybrid **6** ja muunnoselementti **7**. Valokuitu välittää DA- ja AD-muuntimien digitaaliset näytejonosignaalit **23a** ja **24a** muuntimien ja digitaalisen transceiverin **9** välillä. Transceiverit on edelleen kytketty protokollasta riippuvaan datan **25** kytkinlaitteeseen **20**, esimerkiksi Ethernet-kytkimeen.

Koska myös **kuvan 4** esittämän menetelmän mukaisessa järjestelmässä eri tilaajien signaalit multiplexoidaan optisesti valokuidulle, ovat eri tilaajien elektroniikat ja niiden toiminta toisistaan riippumattomia RDSLAM:ssä. Tällöin niiden käyttötehon **30** syöttö voidaan järjestää kunkin tilaajan parikaapelia **4** pitkin käyttäjän modeemin **5** sisältämästä virransyöttölaitteesta, joka syöttää tasavirtaa kaapeliin. Kaapelia pitkin siirrynyt virta kytketään hybridin **13** kautta tehonmuunnoselementtiin **15**, joka muodostaa laitteen tarvitseman käyttötehon.

*Kolmas edullinen toteutustapa*

**Kuva 5** esittää keksinnön mukaisen menetelmän kolmatta edullista toteutustapaa.

5 Tässä toteutustavassa RDSLAM-laitteisto sisältää pelkästään modeemien analogiaosat 27 pois lukien DA- ja AD-muuntimet. DA- ja AD-muuntimet 12 ja 16 sijaitsevat nyt keskuspäässä **kuvan 8** mukaisesti kytkettynä suoraan digitaaliin transceivereihin 9. Valokuitu 2 siirtää DA-muuntimen tuottaman analogiasignaalin 28a valokuidun yli analogiamuodossa multipleksoituna optisesti siten, että eri 10 tilaajien analogiaosille tarkoititetut signaalit 28 (**kuva 5**) voidaan erottaa toisistaan RDSLAM-laitteistossa. Vastaavasti eri tilaajien analogiaosien tuottamat AD-muuntimelle tarkoititetut analogiasignaalit 29 siirretään valokuidun yli optisesti multipleksoituina siten, että eri tilaajien signaalit 29a (**kuva 8**) ovat eroteltavissa toisistaan keskuspäässä. Mainittujen signaalien multiplekointi, demultiplekointi ja 15 muunnos sähköisen ja optisen muodon välillä tapahtuu optisessa hybridissä 6 ja muunnoselementissä 30 RDSLAM:ssä (**kuva 5**) sekä optisessa hybridissä 22 ja muunnoselementissä 31 (**kuva 8**). Keskuspään digitaaliset transceiverit 9 kuvassa 8 kytketään datan kytkinlaitteeseen 20. Tässä toteutustavassa valokuidulle 20 multipleksoidaan siis analogisia signaaleja, kun taas kahdessa ensimmäisessä toteutustavassa multipleksoidaan digitaalisessa muodossa olevia signaaleja. Tämän johdosta tässä kolmannessa toteutustavassa signaalien multipleksoinnille asetetaan erilaisia vaatimuksia kuin kahdessa ensimmäisessä toteutustavassa.

*Optisen signaalin multiplekointi*

25 Optisen signaalin multiplekointi voidaan toteuttaa useammalla eri menetelmällä. Edullisin multiplekointimenetelmä on suuresti riippuvainen vallitsevasta teknikan tasosta, erityisesti optisten komponenttien tekniikan tasosta. Optisen signaalin multiplekointimenetelmän valinnalla ei ole kuitenkaan merkitystä keksinnön 30 mukaisen menetelmän teknisen toimivuuden kannalta. Seuraavassa kuvillaan muutamia optisen signaalin multiplekointimenetelmiä, jotka ovat toteuttamiskelpoisia nykyisellä teknikan tasolla. Menetelmät eroavat toisistaan suuresti, jos vertailumittarina käytetään toteutuskustannuksia nykyisen teknikan

tason puitteissa. Tekniikan tason, etenkin lasertekniikan kehittyessä vertailutilanne saattaa kuitenkin tulevaisuudessa muuttua.

### *Optinen multiplekointimenetelmä 1*

5

Eri tilaajien signaalit erotellaan toisistaan käyttäen optisen signaalin aallonpituismultiplekointia. Kunkin tilaajan signaali siirretään valokuidun yli käyttäen omaa valon aallonpituuuttaan, jolloin eri tilaajien signaalit voidaan erotella toisistaan vastaanottopäässä sopivilla suodattimilla. Lähettimen toteutus voi perustua esimerkiksi taajuudeltaan säädettäviin laserlähettimiin.

### *Optinen multiplekointimenetelmä 2*

Eri tilaajien signaalit erotellaan toisistaan käyttäen optisen laserkantoaallon taajuusjakomodulointia. Tässäkin on kysymys aallonpituismoduloinnista, mutta nyt eri tilaajien signaalit sijaitsevat toisiinsa nähdyn taajuusalueessa vain muutamien kymmenien megahertsien etäisyydellä. Moduloinnin toteutus perustuu siihen, että eri tilaajien signaalit moduloidaan ensimmäisessä vaiheessa siten, että ne sijaitsevat taajuusalueessa muutaman tai muutaman kymmenen megahertsin päässä toisistaan.

15 20 Näin moduloidulla signaalilla moduloidaan optista laserlähettintä. Signaalin käsittely voi tapahtua osittain digitaalisen signaalinkäsittelyn keinoin ja osittain analogiatekniikan avulla.

Mikäli tästä menetelmää käytetään siirtämään signaalia RDSLAM:ista keskukseen päin, tilaajakohtaiset laserlähettimet RDSLAM:ssa on lukittava taajuudeltaan toisiinsa. Tämä tapahtuu esimerkiksi siten, että laserin taajuus lukitaan keskuspäästä vastaanotetun optisen signaalin sisältämään pilot-signaaliin.

*Optinen multiplekointimenetelmä 3*

Eri tilaajien signaalit multipleksoidaan valokuidulle aikajakotekniikalla. Tällöin kukaan tilaaja saa käyttöönsä vuorotellen tietyn aikaikkunan, jonka aikana siirretään vain yhden tilaajan signaalia.

*Optinen multiplekointimenetelmä 4*

Eri tilaajien signaalit multipleksoidaan valokuidulle käyttäen koodijakotekniikkaa.

10 Tällöin kunkin tilaajan signaali siirretään samaa optisen signaalin aallonpituitta käyttämällä siten, että eri tilaajien signaalit erotellaan toisistaan käyttäen kullekin tilaajalle erilaista koodisekvenssiä (engl. code sequence, spreading signal)

Koska edellä kuvattu keksinnön mukaisen menetelmän kolmas edullinen toteutustapa perustuu analogisten signaalien optiseen multiplekointiin, eivät kaikki yllä luetellut multiplekointimenetelmät ole toteuttamiskelvoisia tämän kolmannen toteutustavan tapauksessa. Optinen multiplekointimenetelmä 1 ja 2 soveltuvat analogisten signaalien optiseen multiplekointiin tämän hetkisen tekniikan avulla.

15 Vaikka keksintöä on selostettu edellä viitaten oheisten piirustusten mukaisiin esimerkkeihin, alan ammattimiehelle on selvää, ettei keksintö ole rajoittunut esimerkkeihin, vaan sitä voidaan muunnella eri tavoin edellä ja oheisissa patenttivaatimuksissa esitetyn keksinnöllisen ajatuksen puitteissa. Esimerkiksi (a) kuitulinkki voi koostua useista kaksisuuntaisista kuiduista tai eri siirtosuunnille

20 25 voidaan käyttää eri kuituja ja (b) edellä lueteltuja multiplekointimenetelmiä voidaan yhdistellä muun muassa yhdistelemällä aikajako- ja taajuusjakotekniikkaa.

**Viitteet**

[1] US-patentti 5,526,154, *Method of establishing a subscriber connection and a subscriber network.*

5

[2] Suomalainen patentihakemus 20011665, *Menetelmä tilaajayhteyden järjestämiseksi ja menetelmää soveltava järjestelmä.*

10

Patenttivaatimukset

1. Menetelmä valokuidun ja metallisen parikaapelin yhdistelmästä koostuvan digitaalisen tilaajayhteyden toteuttamiseksi, jossa menetelmässä (a) tilaajayhteyks 5 käsittää valokuidun (2) ja metallisen parikaapelin (4) sekä ne toisiinsa sovittavan laitteen (103), josta valokuitu lähtee keskuspäähän päin ja parikaapeli kullekin tilaajalle päin, (b) kullekin tilaajalle tarkoitettu, analogisessa tai digitaalisessa muodossa oleva ensimmäinen informaatiovirta siirretään valokuidun (2) yli keskuspäästä mainittuun laitteeseen (103) ja (c) kunkin tilaajan lähettämä toinen 10 informaatiovirta siirretään analogisessa tai digitaalisessa muodossa mainitusta laitteesta (103) valokuidun (2) yli keskuspäähän ja jossa menetelmässä mainittu laite (103)

15 - sovitetaan muuntamaan valokuidun kuljettama, tilaajalle tarkoitettu, optinen analoginen tai digitaalinen ensimmäinen informaatiovirta sähköiseen analogiseen muotoon ja syöttämään tämä ensimmäinen analogisessa sähköisessä muodossa oleva signaali parikaapeliin (4),

20 - sovitetaan muuntamaan parikaapelin (4) läpi tullut toinen analoginen sähköinen signaali analogisessa tai digitaalisessa muodossa olevaksi optiseksi signaaliksi ja siirtämään tämä toinen informaatiovirta edelleen valokuidun yli keskuspäähän,

ja jossa menetelmässä

25 - useiden eri tilaajayhteyksien analogisessa tai digitaalisessa muodossa oleva ensimmäinen ja toinen informaatiovirta multipleksoidaan yhdelle tai useammalle valokuitulinkille (2) molemmissa siirtosuunnissa,

30

tunnettu siitä, että

- keskuspäästä tilaajille siirrettävät ensimmäiset informaatiovirrat multipleksoidaan valokuidulle (2) käyttäen optisten signaalien multipleksointia,

5

- mainittu laite (103) sovitetaan multipleksoimaan tilaajilta lähtöisin olevat toiset informaatiovirrat valokuidulle käyttäen optisten signaalien multipleksointia,

10

- mainitun laitteen (103) sisältämät tilaajakohtaiset, aktiivista elektroniikkaa sisältävät optisen ja sähköisen signaalin muunnoselementit (105) sovitetaan toimimaan itsenäisesti toisistaan riippumatta siten, että kunkin tilaajan mainittu muunnoselementti on toimintakykyinen riippumatta muiden tilaajien muunnoselementtien tilasta, ja että

15

- mainitun laitteen (103) sisältämien tilaajakohtaisten, aktiivista elektroniikkaa sisältävien muunnoselementtien (105) käytötehon syöttö tapahtuu kunkin tilaajan parikaapelin kautta.

20 2. Patenttivaatimuksen 1. mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että

- kunkin tilaajan transmissioalaite (5) sovitetaan syöttämään tasavirtaa kyseisen tilaajan metalliseen parikaapeliin, ja että

25

- mainitun laitteen (103) sisältämään tilaajakohtaiseen muunnoselementtiin (105) sisältyvä tehonmuodostuselementti (15) sovitetaan muodostamaan muunnoselementin (105) tarvitsema käytöteho parikaapelin läpi syötetystä tasavirrasta.

30 3. Järjestelmä valokuidun ja metallisen parikaapelin yhdistelmästä koostuvan digitaalisen tilaajayhteyden toteuttamiseksi, jossa järjestelmässä (a) tilaajayhteys käsittää valokuidun (2) ja metallisen parikaapelin (4) sekä ne toisiinsa sovittavan laitteen (103), josta valokuitu lähtee keskuspäähän päin ja parikaapeli kullekin

tilaajalle päin, (b) jossa järjestelmässä on ensimmäiset transmissioväliteet kullekin tilaajalle tarkoitettun analogisessa tai digitaalisessa muodossa olevan ensimmäisen informaatiovirran siirtämiseksi valokuidun (2) yli keskuspäästä mainittuun laitteeseen (103) ja (c) toiset transmissioväliteet kunkin tilaajan lähettemän toisen 5 informaatiovirran siirtämiseksi analogisessa tai digitaalisessa muodossa mainitusta laitteesta (103) valokuidun (2) yli keskuspähän ja jossa järjestelmässä mainittu laite (103) sisältää

10 - väliteet, jotka on sovitettu muuntamaan valokuidun kuljettaman tilaajalle tarkoitettun optisen analogisen tai digitaalisen ensimmäisen informaatiovirran sähköiseen analogiseen muotoon ja syöttämään tämän ensimmäisen analogisessa sähköisessä muodossa olevan signaalin parikaapelin (4) kautta tilaajalle, sekä myös

15 - väliteet, jotka muuntavat tilaajalta parikaapelin (4) läpi tulleen toisen analogisen sähköisen signaalin analogisessa tai digitaalisessa muodossa olevaksi optiseksi signaaliksi ja siirtävät tämän toisen informaatiovirran edelleen valokuidun yli keskuspähän,

20 ja jossa järjestelmässä on väliteet useiden eri tilaajayhteyksien analogisessa tai digitaalisessa muodossa olevien ensimmäisten ja toisten informaatiovirtojen multipleksoimiseksi yhdelle tai useammalle valokuitulinkille (2) molemmissa siirtosuunnissa,

25 **tunnettua siitä, että**

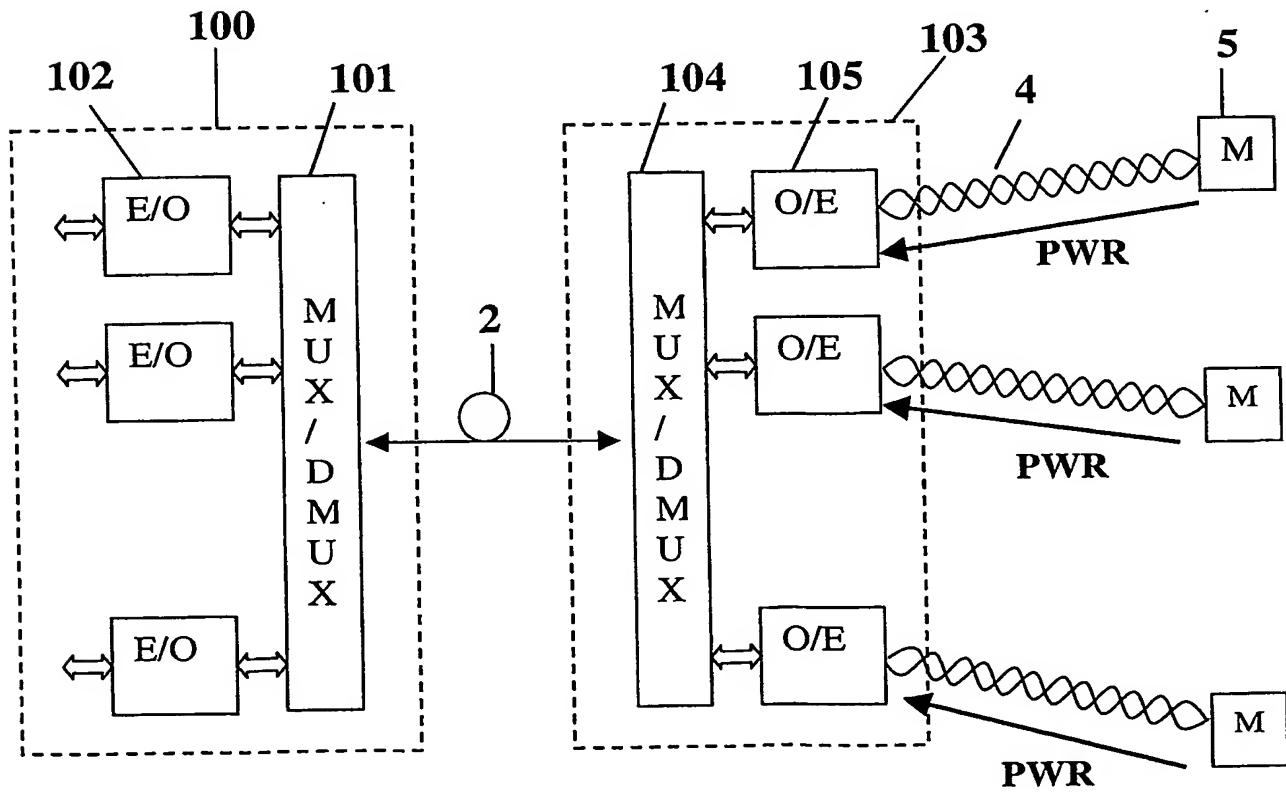
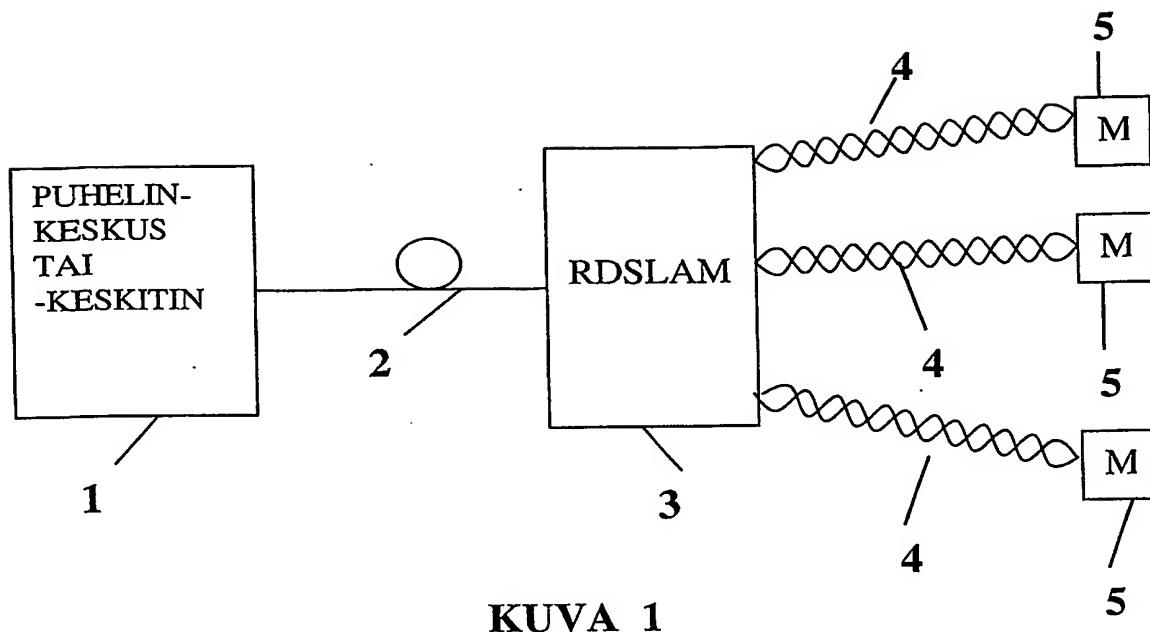
- järjestelmässä on optisten signaalien multiplekointiin perustuvat väliteet keskuspäästä tilaajille siirrettävien ensimmäisten informaatiovirtojen multipleksoimiseksi valokuidulle (2),

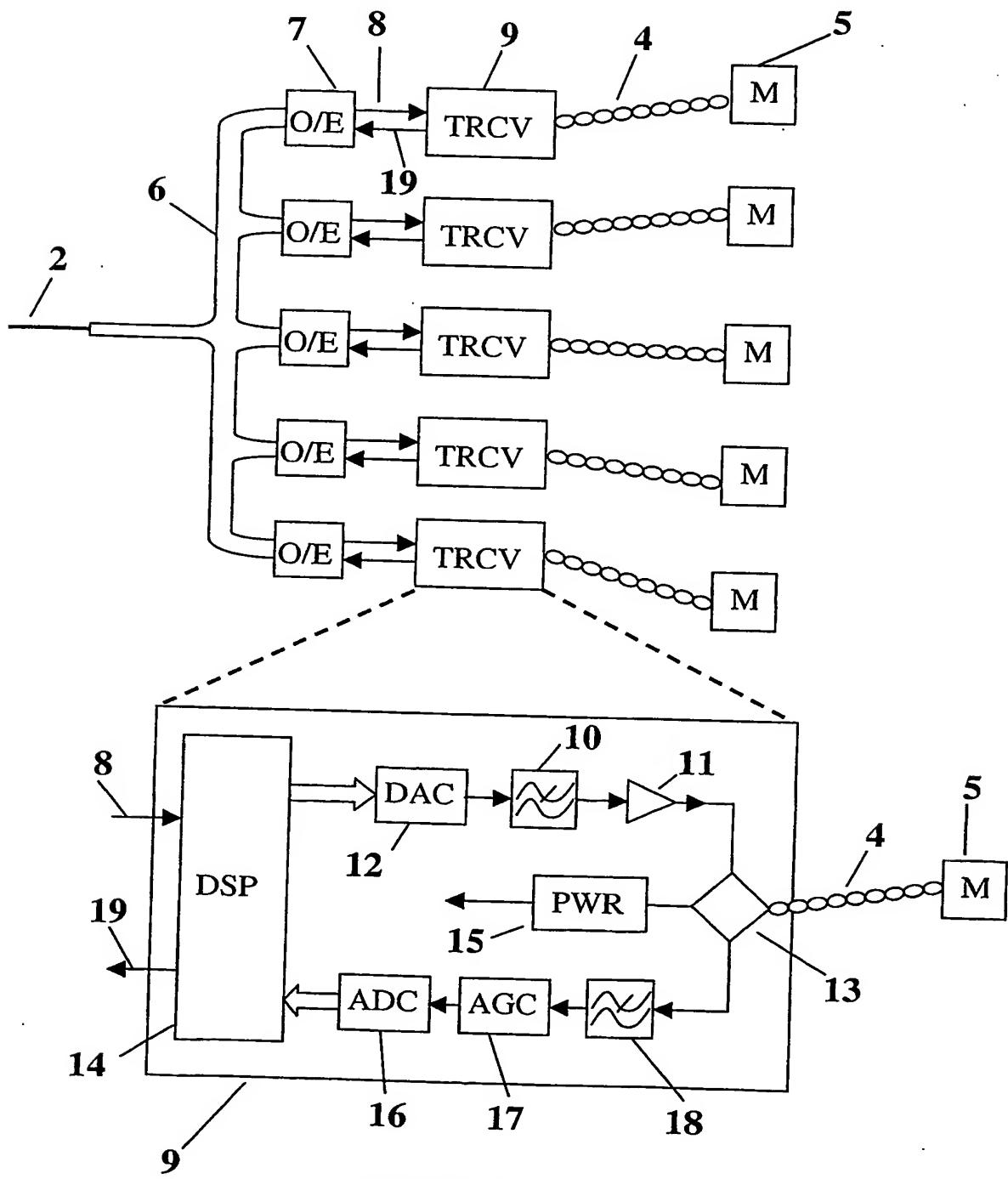
30 - mainittu laite (103) sisältää optisten signaalien multiplekointiin perustuvat väliteet tilaajilta lähtöisin olevien toisten informaatiovirtojen multipleksoimiseksi valokuidulle,

- mainitun laitteen (103) sisältämät tilaajakohtaiset, aktiivista elektroniikkaa sisältävät optisen ja sähköisen signaalin muunnoselementit (105) on sovitettu toimimaan itsenäisesti toisistaan riippumatta siten, että kunkin tilaajan mainittu muunnoselementti on toimintakykyinen riippumatta muiden tilaajien muunnoselementtien tilasta, ja että
- mainitun laitteen (103) sisältämien tilaajakohtaisten, aktiivista elektroniikkaa sisältävien muunnoselementtien (105) käyttötehon syöttö tapahtuu kunkin tilaajan parikaapelin kautta.

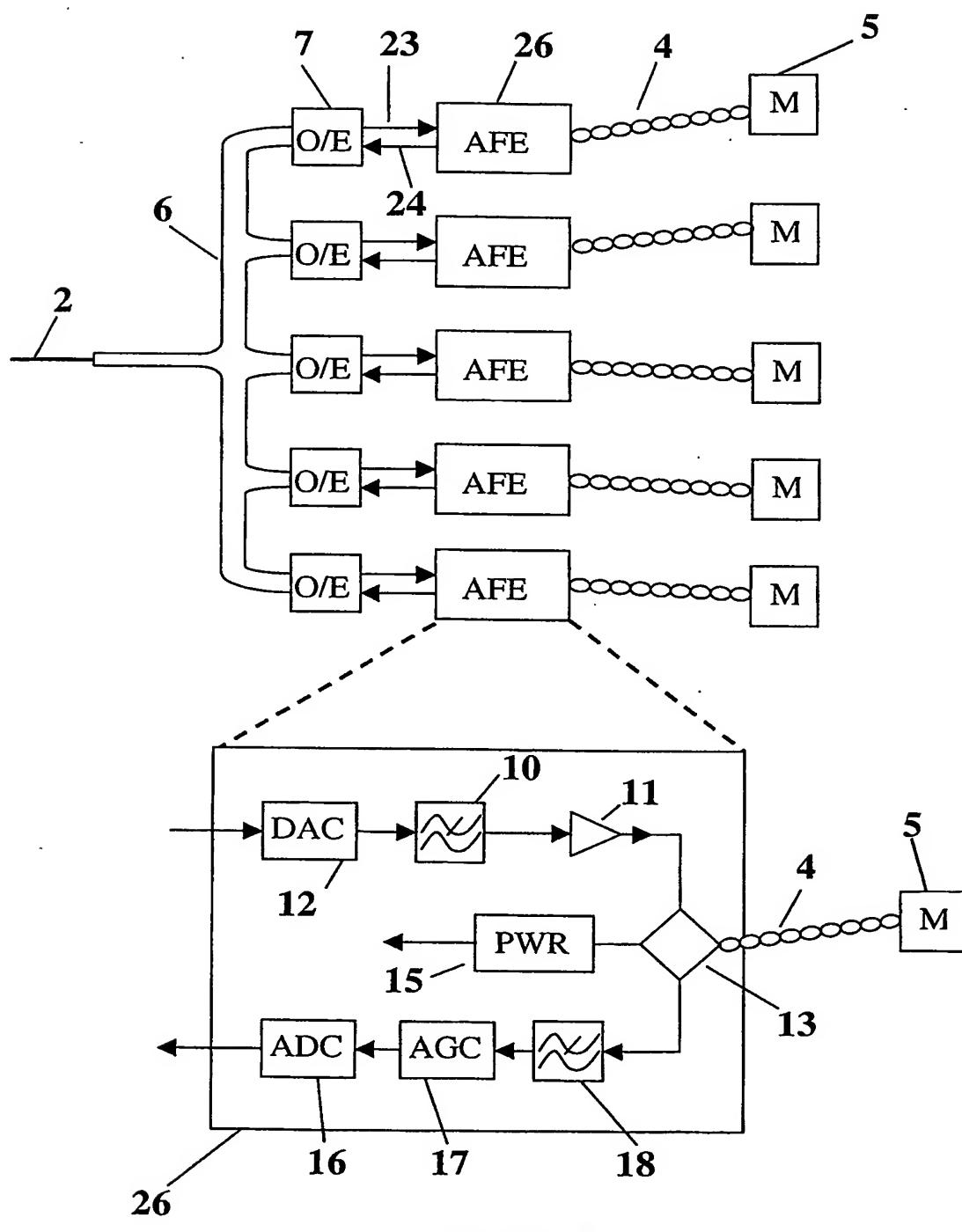
4. Patenttivaatimuksen 3. mukainen järjestelmä, tunnettu siitä, että

- kunkin tilaajan transmissioalaite (5) sisältää välineet tasavirran syöttämiseksi kyseisen tilaajan metalliseen parikaapeliin, ja että
- mainitun laitteen (103) sisältämään tilaajakohtaiseen muunnoselementtiin (105) on sisällytetty tehonmuodostuselementti (15) muunnoselementin (105) tarvitseman käyttötehon muodostamiseksi parikaapelin läpi syötetystä tasavirrasta.

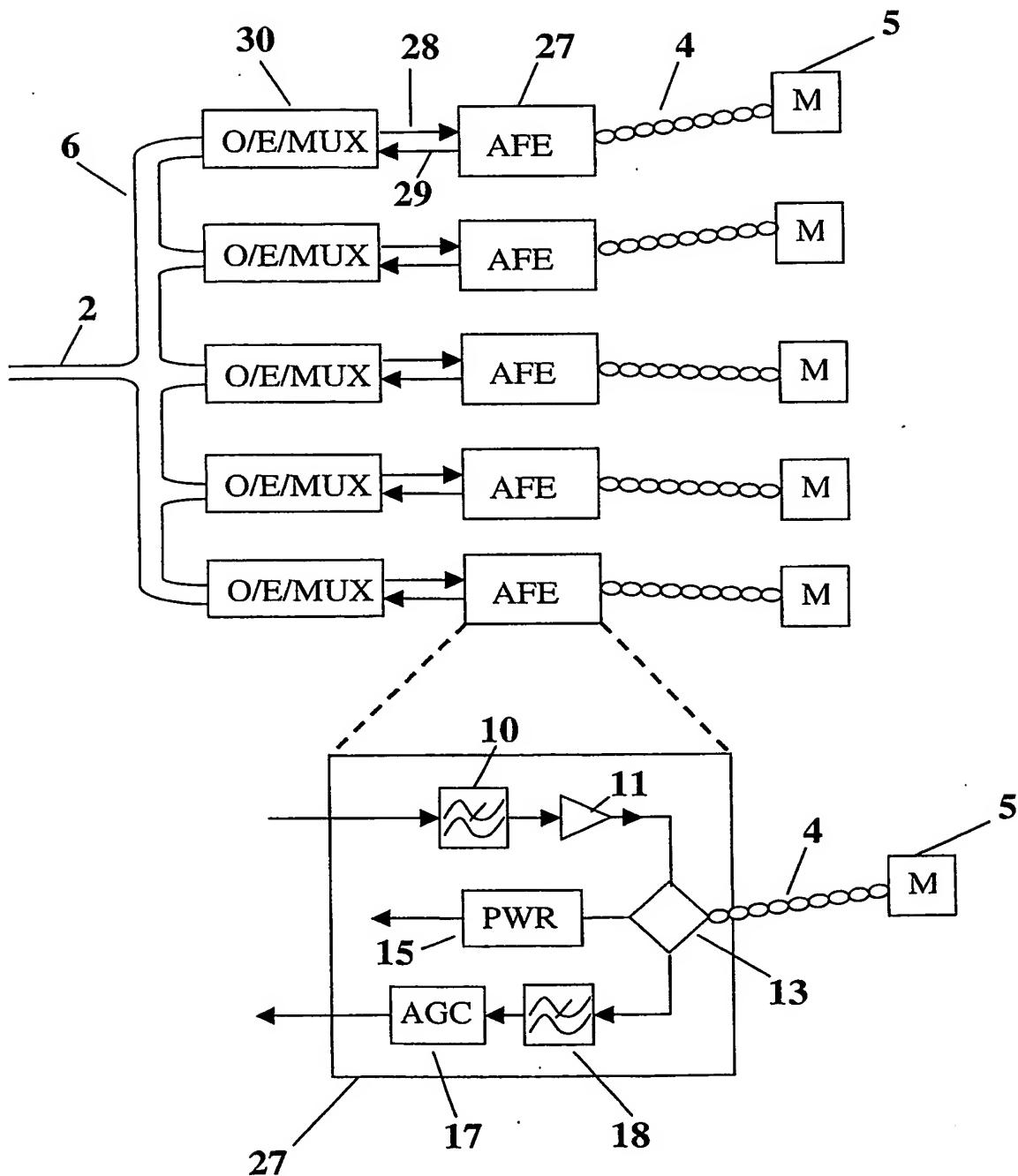
**KUVA 2**

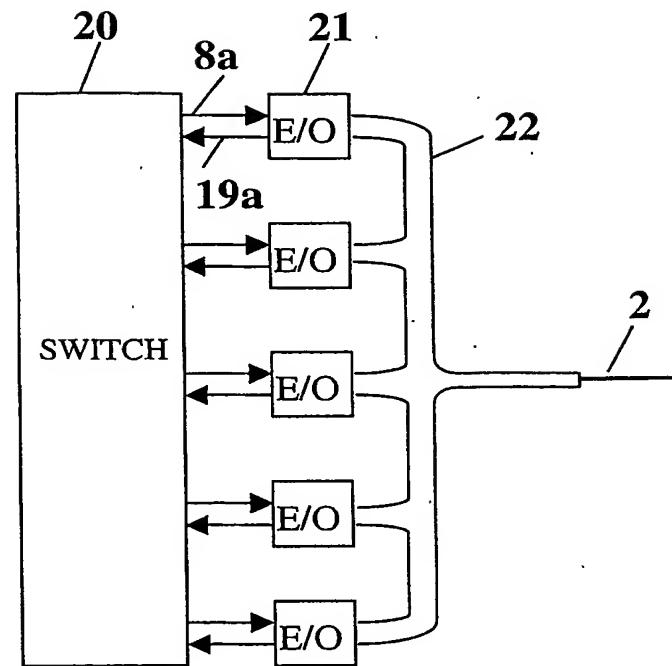


KUVA 3

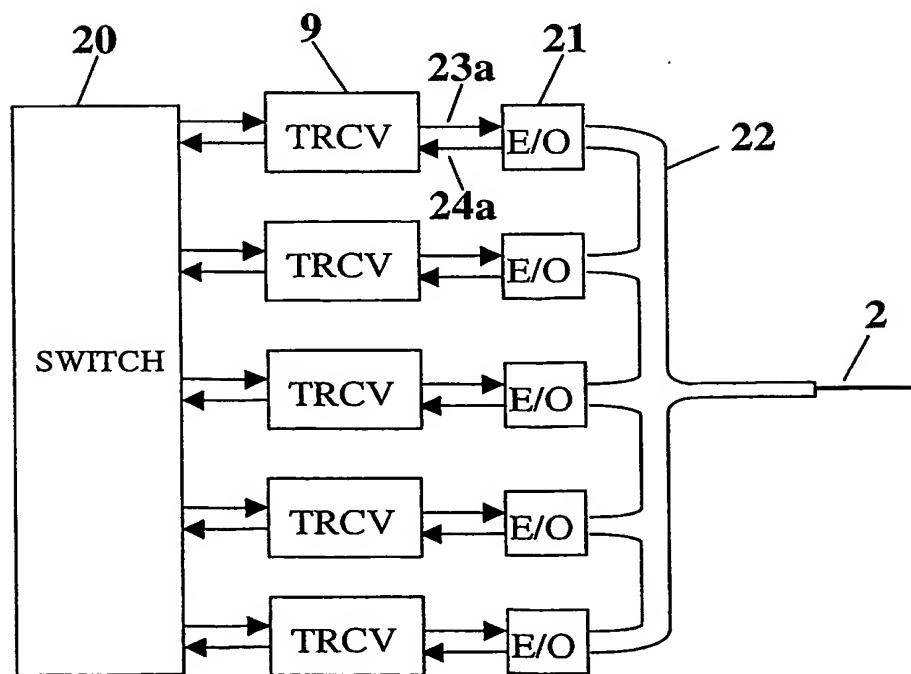


KUVA 4

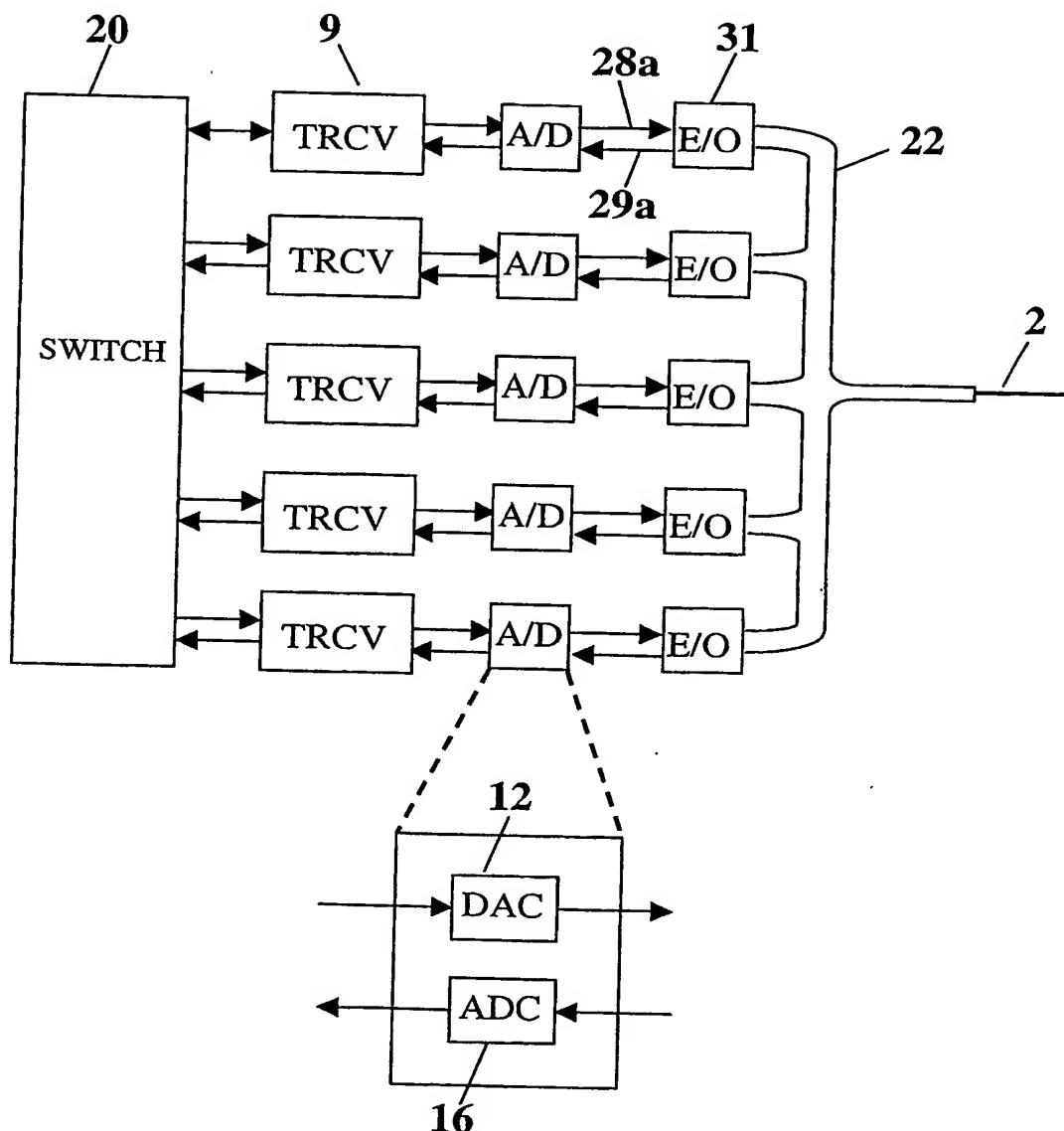




KUVA 6



KUVA 7



KUVA 8

# **Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)**

International application number: PCT/FI04/000612

International filing date: 13 October 2004 (13.10.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: FI

Number: 20031505

Filing date: 15 October 2003 (15.10.2003)

Date of receipt at the International Bureau: 28 December 2004 (28.12.2004)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse